

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Dezember 2004 (23.12.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/112253 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H03M 1/06

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/000616

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. März 2004 (25.03.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität: 103 23 498.5 23. Mai 2003 (23.05.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

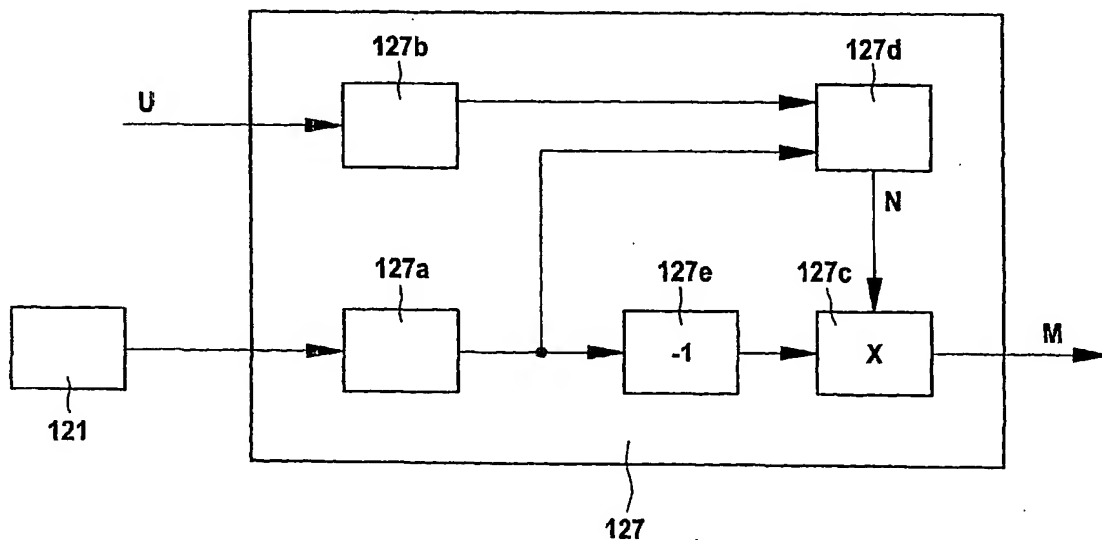
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KIRSCHNER, Manfred [DE/DE]; Reinsburgstrasse 204, 70197 Stuttgart (DE). SCHWEINFURTH, Reiner [DE/DE]; Heiligenbergstr. 13, 75031 Eppingen (DE). MEIWES, Johannes [DE/DE]; Ulmenweg 25, 71706 Markgroeningen (DE). GROSSMANN, Alex [DE/DE]; Blumenstrasse 10, 76593 Gernsbach (DE). KLEIN, Eberhard [DE/DE]; Oberer Haldenweg 12, 73207 Plochingen (DE). TEPASS, Bernd [DE/DE]; Heinrich-Heine-Strasse 3, 71717 Beilstein (DE). BAUMANN, Torsten [DE/DE]; Kleebergstrasse 3, 75031 Eppingen-Adelshofen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRONIC CIRCUIT FOR MEASURED PARAMETER RECORDING

(54) Bezeichnung: ELEKTRONISCHER SCHALTKEIS ZUR MESSGRÖSSENERFASSUNG



(57) Abstract: The invention relates to an electronic circuit for measured parameter recording, comprising a sensor device to provide an analogue measured signal and a signal recording device (120) with a first analogue-to-digital converter for digitising the analogue measured signal. Differences in the variations of the supply voltages with which the sensor device and the signal recording device are supplied, have an effect essentially in the form of undesirable variations in the measured signal. According to the invention, said effects can be minimised or compensated for, whereby the digitised measured signal is corrected with a voltage signal (U) corresponding to the error x1 in the first supply voltage (VS1).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen elektronischen Schaltkreis zur Messdatenerfassung mit einer Sensoreinrichtung zum Bereitstellen eines analogen Messsignals und einer Signalerfassungseinrichtung (120) mit einem ersten Analog/Digital-Wandler zum Digitalisieren

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2004/112253 A1



AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

des analogen Messsignals. Unterschiede in den Schwankungen der Versorgungsspannungen, mit denen die Sensoreinrichtung und die Signalerfassungseinrichtung gespeist werden, wirken sich grundsätzlich in Form von unerwünschten Schwankungen in dem Messsignal aus. Um diese Auswirkungen minimieren oder kompensieren zu können, wird erfindungsgemäss vorgeschlagen, das digitalisierte Messsignal im Ansprechen auf ein die Ungenauigkeit x1 der ersten Versorgungsspannung (VS1) repräsentierendes Spannungssignal (U) zu korrigieren.

Elektronischer Schaltkreis zur Messgrößenerfassung

Die Erfindung betrifft einen elektronischen Schaltkreis zur Messgrößenerfassung, ein Verfahren zum Betreiben einer Korrekturereinrichtung als Komponente des elektronischen Schaltkreises sowie ein Computerprogramm zum Durchführen dieses Verfahrens.

Stand der Technik

Aus dem Stand der Technik sind elektronische Schaltkreise zur Messgrößenerfassung grundsätzlich bekannt. Derartige Schaltkreise weisen üblicherweise mindestens eine Sensoreinrichtung auf zum Bereitstellen eines analogen Messsignals, welches eine von der Sensoreinrichtung erfassten Messgröße repräsentiert. Darüber hinaus weisen derartige elektronische Schaltkreise eine Signalerfassungseinrichtung auf, welche insbesondere im Kraftfahrzeugbereich in der Regel in einem Steuergerät integriert ist. Die Signalerfassungseinrichtung weist üblicherweise einen ersten Analog/Digital-Wandler zum Digitalisieren des analogen Messsignals auf. Darüber hinaus ist diesen elektronischen Schaltkreisen eine Spannungsversorgungseinrichtung zugeordnet zum Bereitstellen einer Versorgungsspannung für sowohl die Sensoreinrichtung wie auch für die Signalerfassungseinrichtung.

Traditionell werden sowohl die Sensoreinrichtung wie auch die Signalerfassungseinrichtung aus derselben Spannungsquelle mit jeweils betraglich gleichen Versorgungsspannungen betrieben, wobei diese Versorgungsspannungen jeweils auch dieselbe Fehlertoleranz beziehungsweise Ungenauigkeit aufweisen. Aufgrund dieser Gleichheit der Ungenauigkeiten in den Spannungsversorgungssignalen spricht man auch von gleichlaufender oder ratiometrischer Spannungsversorgung.

Es ist grundsätzlich davon auszugehen, dass sich die Ungenauigkeiten beziehungsweise Schwankungen in der Versorgungsspannung in der Sensoreinrichtung auch auf das von ihr erzeugte analoge Messsignal auswirken. Aufgrund der nachfolgenden Digitalisierung dieses analogen Messsignals mit einem Analog/Digital-Wandler, welcher mit einer gleichlaufenden, das heißt dieselben Ungenauigkeiten aufweisenden Versorgungsspannung betrieben wird wie die Sensoreinrichtung, werden diese Ungenauigkeiten in dem am Ausgang des Analog/Digital-Wandlers anstehenden digitalisierten Messsignal kompensiert. Schwankungen in der Versorgungsspannung haben also bei traditioneller ratiometrischer Spannungsversorgung von sowohl der Sensoreinrichtung wie auch der Signalerfassungseinrichtung keine Auswirkungen auf das Messsignal. Der Grund dafür liegt darin, dass diese eventuellen Schwankungen gleichermaßen sowohl an der Sensoreinrichtung wie auch an der Signalerfassungseinrichtung auftreten und deshalb nicht auffällig werden beziehungsweise sich herausmitteln.

Zukünftige Steuergeräte beziehungsweise Signalerfassungseinrichtungen werden voraussichtlich mit einer betraglich geringeren Versorgungsspannung als den heute üblichen 5 V betrieben werden. Damit werden auch die

in den Signalerfassungseinrichtungen enthaltenen Komponenten wie Mikrocontroller oder Analog/Digital-Wandler, insbesondere embedded Analog/Digital-Wandler, mit der geringeren Versorgungsspannung, zum Beispiel 3,3 V betrieben werden. Gleichzeitig werden jedoch zumindest für eine Übergangszeit noch die bisherigen Sensoreinrichtungen weiterverwendet werden, welche nach wie vor mit vorzugsweise 5 V betrieben werden. Dies hat zur Folge, dass unterschiedliche Spannungsquellen für die unterschiedlichen Versorgungsspannungen für die Sensoreinrichtung und die Signalerfassungseinrichtung bereitgestellt werden müssen. Dabei besteht die große Gefahr, dass die Ratiometrie in der Spannungsversorgung, das heißt die Gleichartigkeit der Ungenauigkeiten der beiden Versorgungsspannungen und damit auch der oben beschriebene Vorteil der Kompensation der Ungenauigkeiten in dem Messsignal verloren geht. Der Grund dafür ist darin zu sehen, dass die unterschiedlichen Spannungsquellen für die einzelnen Versorgungsspannungen grundsätzlich individuell verschiedene Ungenauigkeiten bezüglich ihrer Spannungsversorgung aufweisen können.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es die Aufgabe der Erfindung, einen bekannten elektronischen Schaltkreis zur Messdatenerfassung, ein Verfahren zum Betreiben eines derartigen Schaltkreises sowie ein Computerprogramm zur Durchführung dieses Verfahrens derart weiterzubilden, dass auch bei Versorgung der Sensoreinrichtung und der Signalerfassungseinrichtung mit jeweiligen Versorgungsspannungen von unterschiedlicher Genauigkeit eine Auswirkung dieser unterschiedlichen Genauigkeiten auf das von der Signalerfassungseinrichtung ausgegebene Messsignal verhindert wird.

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand des Patentanspruchs 1 gelöst. Demnach wird vorgeschlagen, dass die Signalerfassungseinrichtung eine Korrektureinrichtung

aufweist zum Kompensieren der Auswirkungen der Ungenauigkeiten x_1 und/oder x_2 auf das digitalisierte Messsignal im Ansprechen auf ein digitalisiertes, die Ungenauigkeit der ersten Versorgungsspannung repräsentierendes Spannungssignal und zum Ausgeben eines aus der Kompensation resultierenden kompensierten digitalen Messsignals.

Es sei an dieser Stelle besonders betont, dass das analoge Messsignal von der mit der ersten Versorgungsspannung, die eine Ungenauigkeit von x_1 aufweist, betriebenen Sensoreinrichtung bereitgestellt wird. Es erfolgt dann eine Digitalisierung des analogen Messsignals durch den ersten Analog/Digital-Wandler, welcher mit einer zweiten, eine Ungenauigkeit von x_2 aufweisenden Versorgungsspannung betrieben wird.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Korrektureinrichtung bewirkt vorteilhafterweise auch bei unterschiedlichen Ungenauigkeiten x_1 und x_2 der genannten Versorgungsspannungen eine Kompensation der Auswirkungen dieser Ungenauigkeiten in dem Messsignal.

Die Auswirkungen der Ungenauigkeiten beziehungsweise Schwankungen der Versorgungsspannungen bestehen insbesondere in entsprechenden Ungenauigkeiten des Messsignals.

Die Korrektureinrichtung ist erfindungsgemäß und vorteilhafterweise in der Weise ausgebildet, dass sie die Berechnung eines Normierungsfaktors N vorsieht, mit dem das digitalisierte Messsignal multipliziert wird, um das kompensierte digitale Messsignal zu erhalten. Die

Berechnung des Normierungsfaktors N erfolgt durch eine Division von Werten des digitalisierten Messsignals durch Werte eines digitalisierten Spannungssignals, welches die Ungenauigkeit der ersten Versorgungsspannung, mit welcher die Sensoreinrichtung betrieben wird, repräsentiert.

Für den Fall, dass die erste Versorgungsspannung zum Betrieb der Sensoreinrichtung betraglich größer ist als die zweite Versorgungsspannung zum Betrieb der Signalerfassungseinrichtung ist erfindungsgemäß ein vorzugsweise hoch genauer Spannungsteiler vorgesehen, um das Spannungssignal durch Teilung aus der ersten Versorgungsspannung zu generieren. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass das Spannungssignal von den mit der niedrigeren zweiten Versorgungsspannung betriebenen Komponenten innerhalb der Signalerfassungseinrichtung richtig ausgewertet und verarbeitet werden kann.

Wiederum in den Fällen, dass die Sensoreinrichtung mit einer betraglich größeren Versorgungsspannung als die Signalerfassungseinrichtung betrieben werden sollte, ist es erforderlich, dass von der Sensoreinrichtung erzeugte analoge Messsignal bezüglich seiner Amplitude zu begrenzen. Diese Begrenzung kann zum einen durch eine in der Sensoreinrichtung vorgesehene Kennlinienbegrenzungseinrichtung realisiert werden. Alternativ dazu besteht eine zweite Möglichkeit der Amplitudenbegrenzung für das analoge Messsignal darin, der Sensoreinrichtung ohne Kennlinienbegrenzungseinrichtung eine Spannungsteilerschaltung nachzuschalten. Diese Spannungsteilerschaltung ist vorzugsweise nicht nur im Hinblick auf eine gewünschte Amplitude des analogen Messsignal, sondern auch im Hinblick auf weitere Erfordernisse wie zum Beispiel Impedanzanpassung an die Sensoreinrichtung ausgebildet. Natürlich kann eine

Begrenzung der Amplitude des Messsignals auch durch eine Kombination aus Kennlinienbegrenzungseinrichtung und Spannungsteilerschaltung realisiert sein.

Die oben genannte Aufgabe wird weiterhin durch ein Verfahren zum Betrieb des elektronischen Schaltkreises zur Messdatenerfassung sowie durch ein Computerprogramm zur Durchführung dieses Verfahrens gelöst. Die Vorteile dieser Lösungen entsprechen den oben mit Bezugnahme auf den elektronischen Schaltkreis genannten Vorteilen.

Zeichnungen

Die Erfindung wird nachfolgend detailliert in Form von verschiedenen Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die der Beschreibung beigefügten Figuren näher erläutert, wobei

- Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel für einen elektronischen Schaltkreis zur Messdatenerfassung;
- Figur 2 den Aufbau einer erfindungsgemäß Korrekturereinrichtung;
- Figur 3 ein zweites Ausführungsbeispiel für den elektronischen Schaltkreis;
- Figur 4a ein erstes Ausführungsbeispiel für eine Spannungsteilerschaltung;
- Figur 4b ein zweites Ausführungsbeispiel für die Spannungsteilerschaltung; und
- Figur 4c ein drittes Ausführungsbeispiel für die Spannungsteilerschaltung

zeigt.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel für den elektronischen Schaltkreis zur Messdatenerfassung. Er umfasst mindestens eine Sensoreinrichtung 110 zum Bereitstellen eines analogen Messsignals, welches eine von der Sensoreinrichtung 110 erfasste Messgröße repräsentiert. Weiterhin umfasst der elektronische Schaltkreis eine Signalerfassungseinrichtung 120, welche vorzugsweise in einem Steuergerät zum Beispiel für ein Kraftfahrzeug integriert ist. Diese Signalerfassungseinrichtung 120 umfasst insbesondere einen ersten Analog/Digital-Wandler 121 zum Digitalisieren des von der Sensoreinrichtung 110 bereitgestellten analogen Messsignals. Darüber hinaus umfasst der elektronische Schaltkreis eine Spannungsversorgungseinrichtung 130 mit einer ersten Spannungsquelle 132 zum Bereitstellen einer ersten Versorgungsspannung VS1 für die Sensoreinrichtung 110, wobei diese erste Versorgungsspannung VS1 mit einer Ungenauigkeit, das heißt insbesondere mit Spannungsschwankungen von x_1 , vorzugsweise angegeben in Prozent, behaftet ist. Darüber hinaus umfasst die Spannungsversorgungseinrichtung eine zweite Spannungsquelle 134 zum Bereitstellen einer zweiten Versorgungsspannung VS2, welche mit einer Ungenauigkeit von x_2 , vorzugsweise ebenfalls angegeben in Prozent, behaftet ist.

Erfindungsgemäß umfasst die Signalerfassungseinrichtung 120 weiterhin eine Korrektoreinrichtung 127. Diese dient zum Kompensieren der Ungenauigkeiten x_1 und/oder x_2 beziehungsweise von deren Auswirkungen in dem digitalisierten Messsignal. An ihrem Ausgang erzeugt diese

Korrektureinrichtung dann ein kompensiertes digitales Messsignal M.

Der Aufbau und die Funktionsweise der Korrektureinrichtung 127 sind in Figur 2 veranschaulicht. Demnach umfasst die Korrektureinrichtung ein erstes Speicherelement 127a, zum Beispiel ein Register, zum Abspeichern von aktuellen Ausgangswerten des ersten Analog/Digital-Wandlers 121, das heißt von aktuellen Werten des digitalisierten Messsignals. Weiterhin umfasst die Korrektureinrichtung 127 ein zweites Speicherelement 127b, zum Beispiel ein zweites Register zum Abspeichern von aktuellen Werten eines digitalisierten Spannungssignals, welches die Ungenauigkeit x_1 der ersten Versorgungsspannung VS_1 repräsentiert. "Aktuelle Werte" meinen in beiden Fällen Werte zum Zeitpunkt n. Die Inhalte des ersten und des zweiten Speicherelements 127a und 127b zum Zeitpunkt n werden einer Normierungseinrichtung 127d zugeführt. Die Normierungseinrichtung 127d berechnet aus diesen Eingangswerten einen Normierungsfaktor N, indem sie den Inhalt des ersten Speicherelementes 127a zum Zeitpunkt n durch den Inhalt des zweiten Speicherelementes 127b zum Zeitpunkt n dividiert. Der auf diese Weise berechnete Normierungsfaktor N wird nachfolgend mit dem Inhalt des ersten Speicherelementes 127a zum Zeitpunkt n mit Hilfe einer Multiplikationseinrichtung 127c multipliziert, um auf diese Weise das kompensierte digitalisierte Messsignal M zu erhalten. Das ebenfalls in der Korrektureinrichtung 127 vorgesehene Verzögerungselement 127e dient dazu, die Aufschaltung des Inhaltes des ersten Speicherelementes 127a auf die Multiplikationseinrichtung 127c so lange zu verzögern, bis der zugehörige Normierungsfaktor N berechnet worden ist.

Die bisher gemachten Aussagen zum Aufbau des elektronischen Schaltkreises gemäß Figur 1 und zum Aufbau der

Korrektureinrichtung 127 gemäß Figur 2 betreffen alle Ausführungsbeispiele der Erfindung gleichermaßen.

Nachfolgend werden die Unterschiede zwischen den einzelnen Ausführungsbeispielen des Schaltkreises näher beschrieben.

So zeigt Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel des elektronischen Schaltkreises, genauer gesagt ein erstes Ausführungsbeispiel zur Bereitstellung des Spannungssignals U , welches die Ungenauigkeit x_1 der ersten Versorgungsspannung VS_1 repräsentiert. Für den Fall, dass die erste Versorgungsspannung VS_1 betraglich größer als die zweite Versorgungsspannung VS_2 ist, sieht das in Figur 1 gezeigte erste Ausführungsbeispiel vor, dass das Spannungssignal U mit Hilfe eines vorzugsweise hoch genauen Spannungsteilers R_1 , R_2 realisiert wird, der zwischen die erste Versorgungsspannung VS_1 und Masse geschaltet ist. Das Spannungssignal U wird dabei an der Verbindung 140 zwischen den in Reihe geschalteten Widerständen oder Impedanzen R_1 , R_2 zunächst in analoger Form abgegriffen. Das analoge Spannungssignal wird nachfolgend durch einen zweiten Analog/Digital-Wandler 122 in das Spannungssignal U digitalisiert. An dieser Stelle ist es wichtig, darauf hinzuweisen, dass sowohl das analoge wie auch das digitalisierte Spannungssignal die Ungenauigkeit x_1 der ersten Versorgungsspannung VS_1 repräsentiert. Es ist weiterhin wichtig zu beachten, dass der zweite Analog/Digital-Wandler 122 genau wie der erste Analog/Digital-Wandler 121 mit der zweiten Versorgungsspannung VS_2 , welche eine Ungenauigkeit von x_2 aufweist, betrieben wird. Das auf diese Weise berechnete digitalisierte Spannungssignal U wird nachfolgend in die Korrektureinrichtung 127, genauer gesagt in das zweite Speicherelement 127b eingelesen und dann wie oben unter Bezugnahme auf Figur 2 beschrieben, weiter verarbeitet.

Neben dem soeben beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel zur Erzeugung des Spannungssignals U beschreibt Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel zur Realisierung einer Spannungsbegrenzung des von der Sensoreinrichtung 110 bereitgestellten analogen Messsignals. Eine Begrenzung der Amplitude dieses Messsignals ist deswegen erforderlich, weil die erste Versorgungsspannung $VS1$ als betraglich größer als die zweite Versorgungsspannung $VS2$ vorausgesetzt wird, mit der die Signalerfassungseinrichtung 120 betrieben wird, in welcher das analoge Messsignal weiter verarbeitet werden soll. Gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel erfolgt die Spannungsbegrenzung durch eine der Sensoreinrichtung 110 zugeordnete Kennlinienbegrenzungseinrichtung 112. In der Verbindungsleitung zwischen dem Ausgang der Sensoreinrichtung 110 und dem ersten Analog/Digital-Wandler 121 ist dann in der Regel lediglich ein Widerstand R zur Strombegrenzung oder zur Impedanzanpassung erforderlich.

Figur 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel zur Bereitstellung des digitalisierten Spannungssignals U und ein zweites Ausführungsbeispiel zur Realisierung der erforderlichen Spannungsbegrenzung für das analoge Messsignal.

Gemäß Figur 3 kann das digitalisierte Spannungssignal U auch in der Weise realisiert werden, dass die zweite Versorgungsspannung $VS2$ mit der Ungenauigkeit $x2$ mit Hilfe eines zweiten Analog/Digital-Wandlers 122' digitalisiert wird. Dabei ist es wichtig, dass dieser zweite Analog/Digital-Wandler 122' mit der ersten Versorgungsspannung $VS1$, welche die Ungenauigkeit $x1$ aufweist, betrieben wird. Der zweite Analog/Digital-Wandler kann zum Beispiel in einer zweiten Signalerfassungseinrichtung 120' vorgesehen sein, wobei diese zweite Signalerfassungseinrichtung vorzugsweise

zusammen mit der ersten Signalerfassungseinrichtung 120 in dem Steuergerät integriert ist. Dieses zweite Ausführungsbeispiel zur Realisierung des digitalisierten Spannungssignals U bietet den Vorteil, dass mit dem zweiten Analog/Digital-Wandler 122' auf eine eventuell ohnehin vorhandene Komponente zurückgegriffen werden kann und dann auf den relativ teuren, weil hoch präzisen Spannungsteiler R1, R2 verzichtet werden kann.

Weiterhin offenbart Figur 3 eine alternative Möglichkeit zur Realisierung der Spannungsbegrenzung des analogen Messsignals. Gemäß Figur 3 erfolgt diese Begrenzung durch ein zwischen dem Ausgang der Sensoreinrichtung 110 und dem Eingang des Analog/Digital-Wandlers 121 vorgesehene Teilerschaltung 140. Bei diesem zweiten Ausführungsbeispiel ist die gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel vorgesehene Kennlinienbegrenzung 112 grundsätzlich entbehrlich.

Die Figuren 4a, 4b und 4c zeigen verschiedene Varianten für die Ausgestaltung der Spannungsteilerschaltung 140.

So zeigt Figur 4a eine erste Variante, bei welcher die Spannungsteilerschaltung 140 lediglich einen einfachen Spannungsteiler bestehend aus den Widerständen R3' und R4' aufweist. Diese beiden Widerstände R3' und R4' sind gegenüber dem Ausgang der Sensoreinrichtung 110 in Reihe nach Masse geschaltet. Sie sind so dimensioniert, dass an ihrem Mittelabgriff 142' die geteilte analoge Messspannung abgreifbar ist, deren Maximalamplitude betraglich der zweiten Versorgungsspannung VS2 entspricht. Anstelle dieser beiden separaten Widerstände R3' und R4' kann selbstverständlich auch ein einstückiger Widerstand mit Mittelabgriff verwendet werden. Dies bietet Vorteile bei der Tolerierung beziehungsweise bei der Genauigkeit des Abgriffs.

Bei einer in Figur 4b gezeigten zweiten Variante zur Ausgestaltung der Spannungsteilerschaltung 140'' haben die Widerstände beziehungsweise Impedanzen $R3''$, $R4''$ dieselbe Funktion wie die Widerstände $R3'$ und $R4'$ bei der ersten Variante. Im Unterschied zur ersten Variante sieht die zweite Variante jedoch zusätzlich einen parallel zum Ausgang der Sensoreinrichtung 110 geschalteten Widerstand $R5''$ vor. Dieser dient zur Impedanzanpassung.

Für Sensoreinrichtungen, deren Ausgangsstufe mit einem Pull-up-Widerstand betrieben werden müssen, ist die dritte Variante für die Spannungsteilereinrichtung 140''' vorgesehen. Auch hier erfüllen die Widerstände $R3'''$ und $R4'''$ dieselbe Spannungsteilerfunktion wie sie bereits oben unter Bezugnahme auf die Variante 1 beschrieben wurde. Zusätzlich ist jedoch ein Pull-up-Widerstand $R5'''$ vorgesehen, welcher mit seinem einen Ende zwischen den Ausgang der Sensoreinrichtung 110 und den Widerstand $R3'''$ und mit seinem anderen Ende an eine Spannung V_P , zum Beispiel V_{S1} , gelegt ist.

Die Spannungsbegrenzung, sei es in Form der Kennlinienbegrenzungseinrichtung 112 oder in Form einer der Varianten für die Spannungsteilerschaltung 140, ermöglicht, dass die bisherigen Sensoreinrichtungen mit ihrem bisherigen Versorgungsspannungsniveau auch weiterhin verwendet werden können, wenn die Signalerfassungseinrichtungen mit einem niedrigeren Versorgungsspannungsniveau betrieben werden.

Der oben beschriebene Aufbau beziehungsweise die soeben beschriebene Funktionsweise der Korrektureinrichtung 127 wird vorzugsweise mit Hilfe eines Computerprogramms realisiert. Dieses Computerprogramm besitzt vorzugsweise

einen Programmcode, welcher geeignet ist, das beschriebene Verfahren zur Kompensation des digitalen Messsignals durchzuführen, wenn er auf einer Recheneinrichtung, insbesondere einem Mikrocontroller eines Steuergerätes ausgeführt wird. Der Programmcode umfasst dann insbesondere die Berechnung des Normierungsfaktors N aus den Inhalten des ersten und des zweiten Speicherelements 127a, 127b zum Zeitpunkt n sowie die nachfolgende Multiplikation des Normierungsfaktors N mit dem Inhalt des ersten Speicherelementes 127a zum Zeitpunkt n . Im Falle einer solchen Softwarerealisierung ist es möglich, dass das Computerprogramm beziehungsweise der Programmcode gegebenenfalls zusammen mit weiteren Computerprogrammen für die Signalerfassungseinrichtung auf einem computerlesbaren Datenträger abgespeichert ist. Bei dem Datenträger kann es sich um eine Diskette, eine Compact-Disc (sogenannte CD) einen Flash-Memory, ein EPROM oder ein EEPROM handeln. Das auf dem Datenträger abgespeicherte Computerprogramm kann dann als Produkt an einen Kunden verkauft werden. Außerdem ist es im Fall einer Softwarerealisierung möglich, dass der Programmcode gegebenenfalls zusammen mit weiteren Computerprogrammen ohne die Zuhilfenahme eines Datenträgers über ein elektronisches Kommunikationsnetzwerk, insbesondere das Internet an einen Kunden übertragen und verkauft wird.

Ansprüche

1. Elektronischer Schaltkreis zur Messgrößenerfassung, umfassend:

- mindestens eine Sensoreinrichtung (110) zum Bereitstellen eines analogen Messsignals, welches eine von der Sensoreinrichtung (110) erfasste Messgröße repräsentiert;
- eine Signalerfassungseinrichtung (120) mit einem ersten Analog/Digital-Wandler (121) zum Digitalisieren des analogen Messsignals; und
- eine Spannungsversorgungseinrichtung (130) mit einer ersten Spannungsquelle (132) zum Bereitstellen einer ersten Versorgungsspannung (VS1) für die Sensoreinrichtung (110) mit einer Ungenauigkeit x1 und mit einer zweiten Spannungsquelle (134) zum Bereitstellen einer zweiten Versorgungsspannung (VS2) für die Signalerfassungseinrichtung (120) mit einer Ungenauigkeit x2; wobei sich die Ungenauigkeiten x1, x2 auf das Messsignal übertragen,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Signalerfassungseinrichtung (120) eine Korrektoreinrichtung (127) aufweist zum Kompensieren der Auswirkungen der Ungenauigkeiten x_1 und/oder x_2 auf das digitalisierte Messsignal im Ansprechen auf ein digitalisiertes, die Ungenauigkeit x_1 der ersten Versorgungsspannung repräsentierendes Spannungssignal (U) und zum Ausgeben eines aus der Kompensation resultierenden kompensierten digitalisierten Messsignals (M).

2. Elektronischer Schaltkreis nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrektoreinrichtung (127) aufweist:

- ein erstes Speicherelement (127a) zum Abspeichern von Ausgangswerten des ersten Analog/Digital-Wandlers (121),
- ein zweites Speicherelement (127b) zum Abspeichern von Werten des digitalisierten Spannungssignals (U),
- eine Normierungseinrichtung (127d) zum Bereitstellen eines aus den Inhalten der beiden Speicherelemente (127a, 127b) abgeleiteten Normierungsfaktors (N), welcher ein Komplement zu den Ungenauigkeiten x_1 und/oder x_2 repräsentiert; und
- eine Multiplikationseinrichtung (127c) zum Erzeugen des kompensierten digitalisierten Messsignals (M) durch Multiplizieren des Inhaltes des ersten Speicherelementes (127a) mit dem Normierungsfaktor N, wobei der Inhalt des ersten Speicherelementes um die Zeitdauer, welche für die Berechnung des Normierungsfaktors N durch das

Verzögerungselement (127e) verzögert auf die Multiplikationseinrichtung (127c) gegeben wird.

3. Elektronischer Schaltkreis nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Normierungsfaktor N von der Normierungseinrichtung (127d) wie folgt berechnet wird:

$$N = \text{Inhalt des ersten Speicherelementes} / \text{Inhalt des zweiten Speicherelementes}.$$

4. Elektronischer Schaltkreis nach einem der vorangegangenen Ansprüche, gekennzeichnet durch - wenn die erste Versorgungsspannung (VS1) größer als die zweite Versorgungsspannung (VS2) ist -

eine erste Spannungsteilerschaltung (R1, R2) zum Erzeugen des die Ungenauigkeit x_1 der ersten Versorgungsspannung (VS1) repräsentierenden Spannungssignals (U) durch Teilen der ersten Versorgungsspannung (VS1), vorzugsweise in einem solchen Verhältnis, dass das Spannungssignal (U) betraglich der zweiten Versorgungsspannung (VS2) entspricht; und

einen zweiten, mit der zweiten Versorgungsspannung (VS2) betriebenen Analog/Digital-Wandler (122) zum Digitalisieren des Spannungssignals (U), wobei der zweite Analog/Digital-Wandler (122) vorzugsweise der Signalerfassungseinrichtung (120) zugeordnet ist.

5. Elektronischer Schaltkreis nach einem der Ansprüche 1. bis 3, gekennzeichnet durch eine zweite, mit der ersten Versorgungsspannung (VS1) betriebenen Signalerfassungseinrichtung (120'), umfassend einen dritten Analog/Digital-Wandler (122') zum Erzeugen des die Ungenauigkeit x_1 der ersten Versorgungsspannung (VS1) repräsentierenden Spannungssignals (U) durch Digitalisieren der zweiten Versorgungsspannung (VS2), wobei der dritte

Analog/Digital-Wandler (122') ebenfalls mit der ersten Versorgungsspannung (VS1) betrieben wird.

6. Elektronischer Schaltkreis nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass - wenn die erste Versorgungsspannung (VS1) größer als die zweite Versorgungsspannung (VS2) ist - die Sensoreinrichtung (110) eine Kennlinienbegrenzungseinrichtung (112) aufweist zum Begrenzen der Ausgangsspannung der Sensoreinrichtung (110) auf den Betrag der zweiten Versorgungsspannung (VS2).
7. Elektronischer Schaltkreis nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch eine zweite Spannungsteilerschaltung (140', 140'' und 140''') zum Teilen des von der Sensoreinrichtung (110) bereitgestellten Messsignals, bevor dieses auf den ersten Analog/Digital-Wandler (121) ausgegeben wird.
8. Elektronischer Schaltkreis nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Spannungsteilerschaltung (140') einen zwischen den Ausgang der Sensoreinrichtung (110) und Masse geschalteten Spannungsteiler (R3', R4') aufweist, von dem ein Abgriff (142') auf den Eingang des ersten Analog/Digital-Wandlers (121) der Signalerfassungseinrichtung (120) geschaltet ist.
9. Elektronischer Schaltkreis nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Spannungsteilerschaltung (140'') eine zwischen den Ausgang der Sensoreinrichtung (110) und Masse geschaltete Pull-down-Impedanz (R5'') und parallel dazu einen Spannungsteiler (R3'', R4'') aufweist, von dem ein Abgriff (142'') auf den Eingang des ersten Analog/Digital-Wandlers (121) geschaltet ist.
10. Elektronischer Schaltkreis nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Spannungsteilerschaltung

(140''') einen zwischen den Ausgang der Sensoreinrichtung (110) und die erste Versorgungsspannung (VS1) geschalteten Pull-up-Widerstand (R5''') und einen zwischen den Ausgang der Sensoreinrichtung (110) und Masse geschalteten Spannungsteiler (R3''', R4''') aufweist, von dem ein Abgriff (142''') auf den Eingang des ersten Analog/Digital-Wandlers (121) der Signalerfassungseinrichtung (120) geschaltet ist.

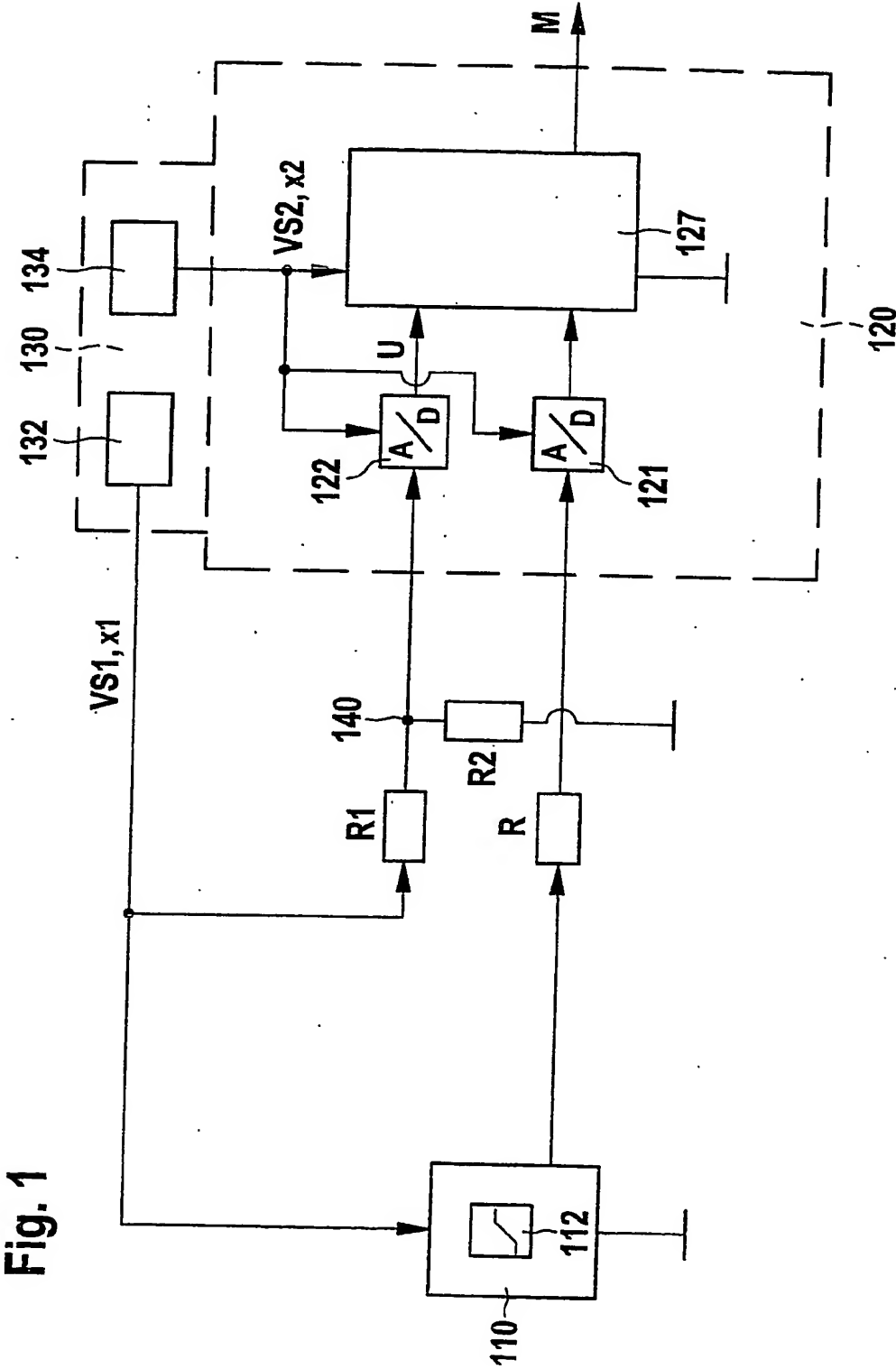
11. Verfahren zum Betreiben eines elektronischen Schaltkreises zur Messdatenerfassung nach Anspruch 1, insbesondere zum Betreiben von dessen Korrektureinrichtung zum Kompensieren von Ungenauigkeiten x_1 und/oder x_2 in einem digitalisierten Messsignal, umfassend die Schritte:

- Speichern eines Wertes des digitalisierten Messsignals (M) zum Zeitpunkt n;
- Speichern eines Wertes einer der Ungenauigkeit x_1 einer ersten Versorgungsspannung (VS1) repräsentierenden Spannungssignals (U) zum Zeitpunkt n;
- Berechnen eines Normierungsfaktors N durch Dividieren des Wertes des digitalisierten Messsignals durch den Wert des Spannungssignals (U) jeweils zum Zeitpunkt n; und
- Erzeugen eines kompensierten digitalen Messsignals (M) durch Multiplizieren des Normierungsfaktors N mit dem Wert des digitalisierten Messsignals zum Zeitpunkt n.

12. Computerprogramm für einen elektronischen Schaltkreis zur Messdatenerfassung, **gekennzeichnet durch** Programmcode, welcher geeignet ist, das Verfahren nach Anspruch 11 durchzuführen, wenn er auf einer Recheneinrichtung,

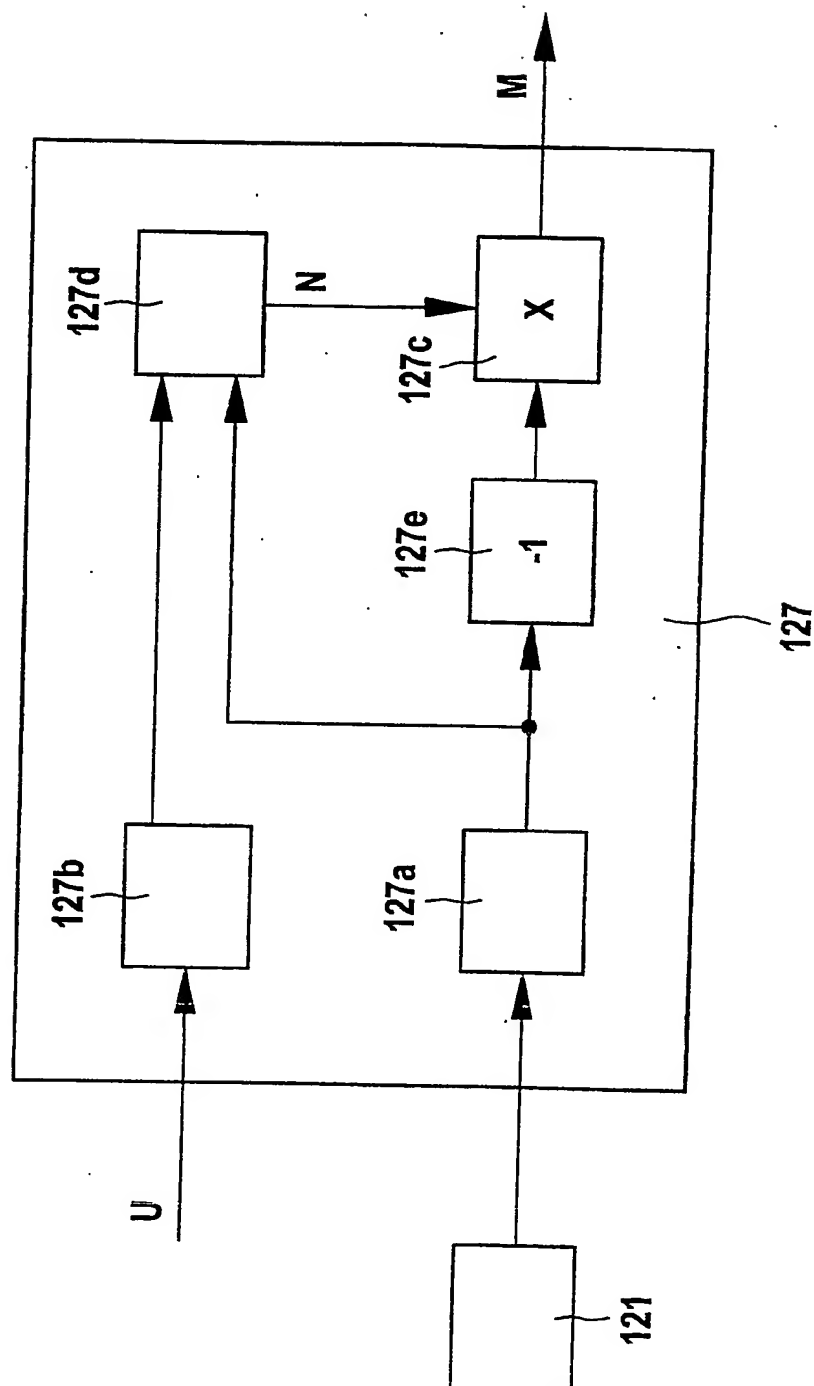
insbesondere einem Mikrocontroller in einem Steuergerät, ausgeführt wird.

13. Programmcode nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Programmcode auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert ist.



2 / 4

Fig. 2



3 / 4

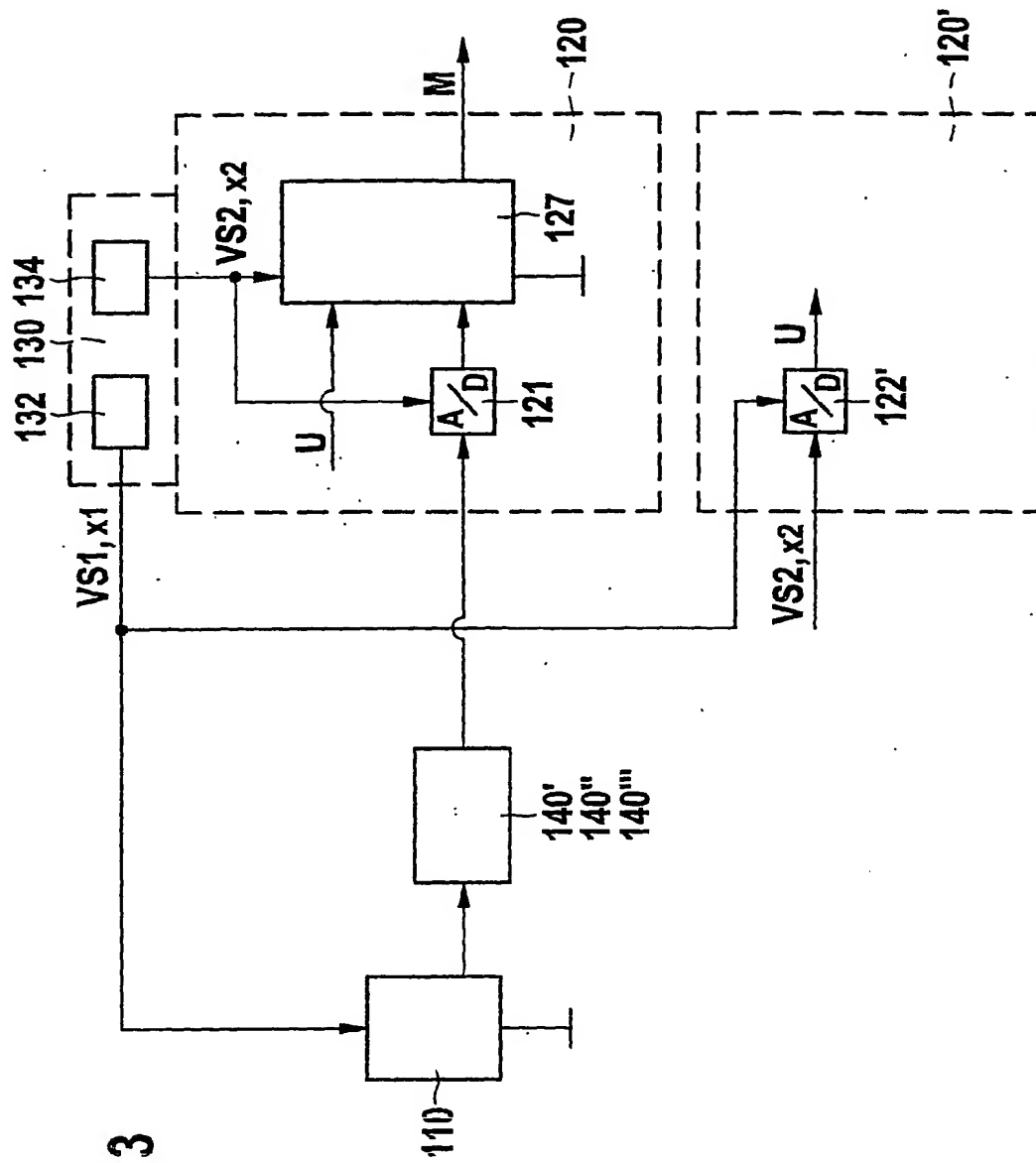


Fig. 3

4 / 4

Fig. 4a

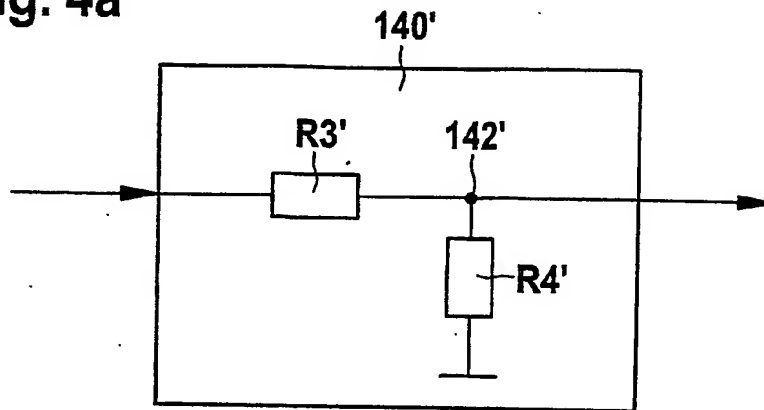


Fig. 4b

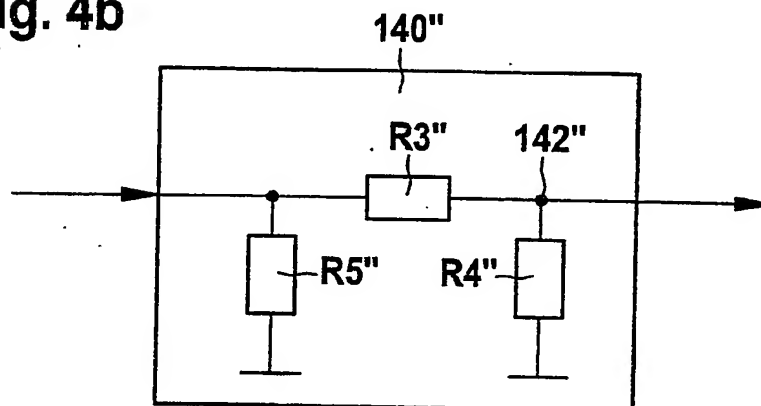
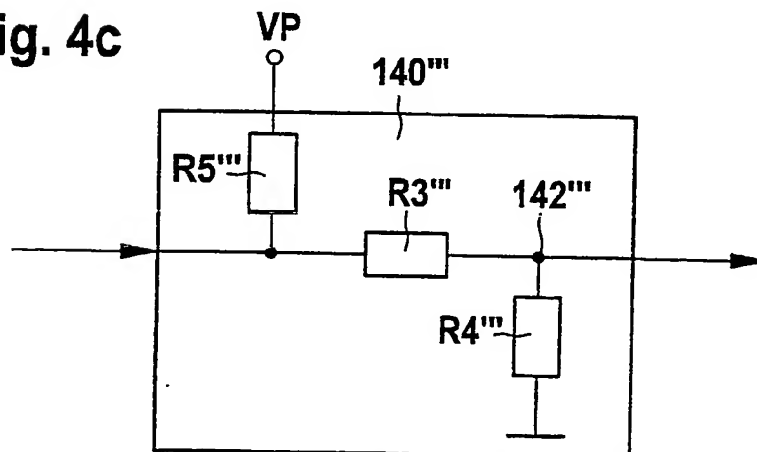


Fig. 4c



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

National Application No
PCT/DE2004/000616A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H03M1/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H03M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 42 20 012 A (CRYSTAL SEMICONDUCTOR CORP) 24 December 1992 (1992-12-24) page 2, column 1, line 1 - line 21 page 3, line 29 - line 33; figures 2,3	1-13
A	DE 196 29 747 A (SIEMENS AG) 29 January 1998 (1998-01-29) abstract; figure 1	2,11

☐

Further documents are listed in the continuation of box C.

☒

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

5 August 2004

Date of mailing of the International search report

16/08/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Beindorff, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/000616

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4220012	A	24-12-1992	US 5172115 A	15-12-1992
			DE 4220012 A1	24-12-1992
			GB 2256927 A ,B	23-12-1992
			JP 6045942 A	18-02-1994
DE 19629747	A	29-01-1998	DE 19629747 A1	29-01-1998
			FR 2751752 A1	30-01-1998

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2004/000616

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H03M1/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H03M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 42 20 012 A (CRYSTAL SEMICONDUCTOR CORP) 24. Dezember 1992 (1992-12-24) Seite 2, Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 21 Seite 3, Zeile 29 - Zeile 33; Abbildungen 2,3	1-13
A	DE 196 29 747 A (SIEMENS AG) 29. Januar 1998 (1998-01-29) Zusammenfassung; Abbildung 1	2,11

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

5. August 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

16/08/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Beindorff, W

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000616

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 4220012	A	24-12-1992	US	5172115 A	15-12-1992
			DE	4220012 A1	24-12-1992
			GB	2256927 A ,B	23-12-1992
			JP	6045942 A	18-02-1994
DE 19629747	A	29-01-1998	DE	19629747 A1	29-01-1998
			FR	2751752 A1	30-01-1998